

539,133

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年7月1日 (01.07.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/055896 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 27/148, H04N 5/335
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/015596
- (22) 国際出願日: 2003年12月5日 (05.12.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2002-363261
2002年12月16日 (16.12.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 和田 和司

(WADA, Kazushi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 中村 友之 (NAKAMURA, Tomoyuki); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門1丁目2番3号 虎ノ門第一ビル9階 三好内外国特許事務所内 Tokyo (JP).

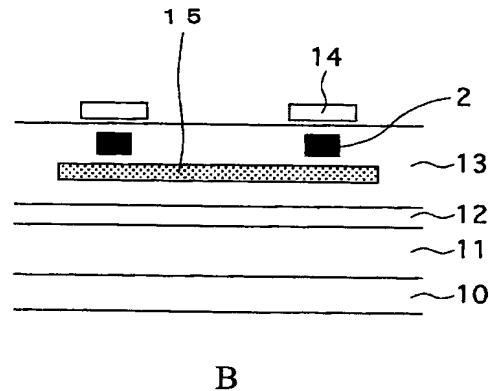
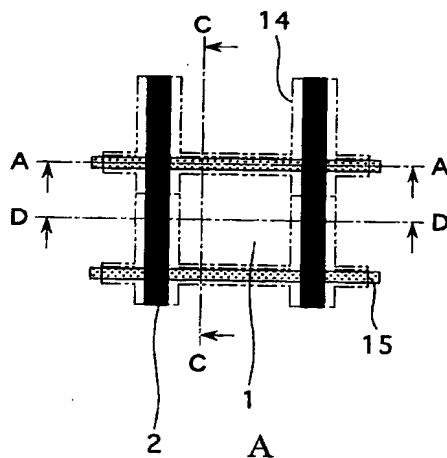
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

/続葉有/

(54) Title: SOLID-STATE IMAGING DEVICE AND METHOD FOR PRODUCING SOLID-STATE IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 固体撮像素子及び固体撮像素子の製造方法



(57) Abstract: A solid-state imaging device in which mixing of signals into adjacent pixels is prevented even if an overflow barrier for improving the sensitivity per unit area is formed in a deep position and an imaging area composed of light-receiving pixel sections (1) and transfer registers (2) each for transferring the signal charge stored in the light-receiving pixel sections (1) in one direction is provided on the front side of a semiconductor substrate. Barrier regions (15) which are impurity regions are formed over the whole imaging area, each region (15) being continuous in the direction perpendicular to the transfer direction and being positioned between two light-receiving pixel sections (1) adjacent to each other in the transfer direction of the transfer registers (2). Thus, a potential barrier adequate for prevention of mixing of signals is formed.

(57) 要約: 単位面積あたりの感度向上のためにオーバーフローバリアが深い位置に形成された場合であっても、隣接画素間の信号の混合を防止し、複数の受光画素部1と、各受光画素部1に蓄積された信号電荷を一方方向に転送する転送レジスタ2とからなる撮像領域が、半導体基板の表層部側に形成された固体撮像素子において、前記転送レジスタ2の転送方向に沿って隣接する受光画素部1同士間に対応する位置に、前記撮像領域の全域にわたって当該転送方向と直交する方向に連続する不純物領域であるバリア領域15を形成し、これにより十分なポテンシャルバリアを形成して信号の混合を防止する。

WO 2004/055896 A1



パ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

固体撮像素子及び固体撮像素子の製造方法

5 技術分野

本発明は、例えばＣＣＤ（Charge Coupled Device）イメージセンサ等に用いて好適な固体撮像素子及び固体撮像素子の製造方法に関する。

背景技術

- 10 近年、固体撮像素子の単位セルの小型化に伴い、単位面積あたりの感度を向上させる技術の開発が急務となっている。その一つ的手段として、例えばｎ型半導体基板を用いたＣＣＤ型固体撮像素子において、通常基板表面から３μｍ程度の深さに形成される、いわゆるオーバーフローバリアを、より深い位置（例えば５～１０μｍ）に形成することで、空乏層幅を伸ばし、これにより感度を向上させることが考えられる。ただし、
- 15 オーバーフローバリアを深く形成すると、そのオーバーフローバリア領域に溜まったホール（正孔）が排出されず、飽和電荷量の現象が生じたり、いわゆるシェーディングが起きたりする等の問題が発生してしまう。このことから、従来は、例えば図８Ａに示すように、ＣＣＤ型固体撮像素子において、垂直転送レジスタ２１と平行な方向に隣接する画素２２
- 20 ａ，２２ｂ間にＰ型不純物領域２３を形成することで、ポテンシャル障壁を緩和してオーバーフローバリア領域に溜まったホールを基板表面に排出し易くする技術が提案されている（例えば、特開平１１－２８９０７６号公報参照）。
- 25 ところで、上述した従来の技術では、画素２２ａ，２２ｂ間にＰ型不純物領域２３を形成しているため、オーバーフローバリア領域のホール

を基板表面に排出できるだけでなく、そのP型不純物領域23によって画素22a, 22b間のバリアを大きくして、これら垂直方向に隣接する画素22a, 22b間における信号の混合が生じ難くすることもできる。しかしながら、従来におけるP型不純物領域23は、例えば図8B
5 に示すように、画素22a, 22b間の一部分にしか形成されていないため、十分なポテンシャルバリアを形成できず、必ずしも信号の混合を防止できるものではない。

P型不純物領域23を形成するためには、例えばボロン(B)をn型半導体基板にイオン注入する必要がある。ところが、従来におけるP型
10 不純物領域23は、ホールの排出を主目的としているため、ポテンシャル障壁を緩和できれば十分であり、このことから例えば数十KeV程度のエネルギーのイオン注入によって、垂直転送レジスタ21と同程度の深さに形成されている。そのために、垂直転送レジスタ21のポテンシャルに影響を及ぼさないようにするため、すなわち垂直転送レジスタ2
15 1における転送動作を阻害しないようにするためには、その垂直転送レジスタ21との間にある一定の距離を保つ(隙間を空ける)必要がある。したがって、従来は、画素22a, 22b間に十分なポテンシャルバリアを形成できず、信号の混合を防止できないおそれが生じてしまうのである。

20 そこで、本発明は、単位面積あたりの感度向上のためにオーバーフローバリアが深い位置に形成された場合であっても、隣接画素間の信号の混合を防止することが可能な固体撮像素子及び固体撮像素子の製造方法を提供することを目的とする。

25 発明の開示

本発明は、上記目的を達成するために案出された固体撮像素子である。

すなわち、複数のフォトセンサと、各フォトセンサに蓄積された信号電荷を転送する転送レジスタとからなる撮像領域が、半導体基板の表層部側に形成された固体撮像素子において、前記半導体基板内において前記転送レジスタの転送方向に沿って隣接するフォトセンサ同士間に対応する位置に、前記撮像領域の略全域にわたって当該転送方向と直交する方向に連続して形成された不純物領域部を備えることを特徴とするものである。

上記構成の固体撮像素子において、フォトセンサは、光電変換によって入射光に応じた量の信号電荷を蓄積する。また、転送レジスタは、各フォトセンサに蓄積された信号電荷を受け取って転送する。ここで、転送レジスタは、撮像領域を構成する転送レジスタであり、例えば複数のフォトセンサが二次元行列状に配されたCCD型のものであれば、垂直転送レジスタがこれに該当する。

そして、上記構成の固体撮像素子では、不純物領域部が、転送レジスタの転送方向に沿って隣接するフォトセンサ同士間に対応する位置に形成されている。不純物領域部は、不純物領域からなるもので、例えば半導体基板がp型またはn型のいずれか一方の型であれば、それとは異なるp型またはn型のいずれか一方の型の不純物によって形成される。また、フォトセンサ同士間に対応する位置とは、フォトセンサ同士間の位置、すなわち各フォトセンサと略同等の深さでこれらフォトセンサの間に挟まれる位置の他に、各フォトセンサよりも深くフォトセンサ同士間には挟まれないが、半導体基板の表層部側から平面的にみるとフォトセンサ同士の間にある位置も含む。

さらに、不純物領域部は、撮像領域の略全域、すなわちその一端（その近傍を含む）から他端（その近傍を含む）までにわたって、転送レジスタの転送方向と直交する方向に連続して形成されている。つまり、例

えば転送レジスタが垂直転送レジスタであれば、不純物領域部は、水平方向に連続して形成されている。したがって、上記構成の固体撮像素子によれば、不純物領域部が連続して形成されているので、フォトセンサ同士間に十分なポテンシャルバリアを形成することができ、信号の混合を防止し得るようになる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明が適用される固体撮像素子の概略構成例を示す模式図である。

10 図 2 A は、本発明に係る固体撮像素子の第 1 の実施の形態における要部構成例を示す模式図であり、その平面図である。

図 2 B は、本発明に係る固体撮像素子の第 1 の実施の形態における要部構成例を示す模式図であり、A-A 断面図である。

15 図 3 A は、本発明に係る固体撮像素子の第 2 の実施の形態における要部構成例を示す模式図であり、その平面図である。

図 3 B は、本発明に係る固体撮像素子の第 2 の実施の形態における要部構成例を示す模式図であり、B-B 断面図である。

20 図 4 は、本発明に係る固体撮像素子の第 3 の実施の形態における要部構成例を示す模式図であり、図 2 A 中における C-C 断面を示す図である。

図 5 は、本発明に係る固体撮像素子の第 4 の実施の形態における要部構成例を示す模式図であり、図 2 A 中における D-D 断面を示す図である。

25 図 6 A は、本発明に係る固体撮像素子の第 5 の実施の形態における要部構成例を示す模式図であり、その平面図である。

図 6 B は、本発明に係る固体撮像素子の第 5 の実施の形態における要

部構成例を示す模式図であり、E－E断面図である。

図7Aは、本発明に係る固体撮像素子の第6の実施の形態における要部構成例を示す模式図であり、その平面図である。

図7Bは、本発明に係る固体撮像素子の第6の実施の形態における要部構成例を示す模式図であり、F－F断面図である。

図7Cは、本発明に係る固体撮像素子の第6の実施の形態における要部構成例を示す模式図であり、G－G断面図である。

図8Aは、従来における固体撮像素子の要部構成例を示す模式図であり、その平面図である。

図8Bは、従来における固体撮像素子の要部構成例を示す模式図であり、H－H断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面に基づき本発明に係る固体撮像素子について説明する。ここでは、本発明をn型半導体基板を用いたCCD型固体撮像素子に適用した場合を例に挙げて説明する。

〔第1の実施の形態〕

ここでは、第1の実施の形態に係る固体撮像素子について説明する。はじめに、固体撮像素子の概略構成について説明する。図1は、本発明が適用される固体撮像素子の概略構成例を示す模式図である。図例のように、ここで説明する固体撮像素子は、マトリクス状に二次元配列された複数のフォトセンサ1と、その二次元配列の列毎に配設された垂直転送レジスタ2と、垂直転送レジスタ2に沿って配設されたチャネルストップ3とを備えており、これらによって撮像領域4が構成されている。このうち、フォトセンサ1は、光電変換によって信号電荷を蓄積するためのもので、本発明におけるフォトセンサとして機能するものである。

垂直転送レジスタ 2 は、各フォトセンサ 1 に蓄積された信号電荷を、二次元配列における垂直方向に転送するものである。チャネルストップ 3 は、各フォトセンサ 1 と垂直転送レジスタ 2 との間を分離するためのものである。

- 5 このような撮像領域 4 に加えて、固体撮像素子では、その撮像領域 4 の一端に配された水平転送レジスタ 5 と、水平転送レジスタ 5 の最終段に接続された出力部 6 とを備えている。水平転送レジスタ 5 は、各垂直転送レジスタ 2 から信号電荷を受け取って、これを二次元配列の水平方向へ転送するものである。出力部 6 は、フローティングディフュージョン
- 10 アンプやその他の処理回路等からなるもので、水平転送レジスタ 5 から出力される信号電荷に対して所定の信号処理を行うものである。

- 続いて、以上のような平面構造を有する固体撮像素子における断面構造について説明する。図 2 A 及び図 2 B は、本発明に係る固体撮像素子の第 1 の実施の形態における要部構成例を示す模式図である。図例のよ
- 15 うに、固体撮像素子は、n 型のシリコン（以下「Si」と記す）基板 10 上に、n-のエピタキシャル層 11 と、p 型ウェル層からなるオーバーフローバリア領域 12 と、このオーバーフローバリア領域 12 よりも p 型不純物の濃度が低濃度である高抵抗の半導体領域 13 と、フォトセンサ 1 や垂直転送レジスタ 2 等とが、順に積層されてなる画素構造を有し
- 20 ている。つまり、上述したフォトセンサ 1 や垂直転送レジスタ 2 等は、固体撮像素子を構成する半導体基板の表層部側に形成されている。そして、垂直転送レジスタ 2 のさらに上方には、その垂直転送レジスタ 2 に信号電荷の転送を行わせるための転送電極 14 が形成されている。

- このような断面構造において、オーバーフローバリア領域 12 は、必ずしも p 型ウェル層からなるものでなくとも構わない。すなわち、Si
- 25 基板 10 における不純物半導体の型を第 1 導電型とし、オーバーフロー

バリア領域 1 2 における不純物半導体の型を第 2 導電型とすると、その第 2 導電型は、第 1 導電型と異なる型であればよい。したがって、S i 基板 1 0 が p 型の場合には、オーバーフローバリア領域 1 2 は、n 型ウェル層からなるものとする。また、オーバーフローバリア領域 1 2 上に形成される半導体領域 1 3 は、必ずしも p 型不純物からなるものでなくともよく、第 1 導電型若しくは第 2 導電型または真性のいずれかであれば構わない。

ところで、ここで説明する固体撮像素子は、半導体領域 1 3 内に形成された不純物領域部 1 5 を備えている点に大きな特徴がある。不純物領域部 1 5 は、オーバーフローバリア領域 1 2 と同様に第 2 導電型の不純物、すなわち例えば p 型の不純物領域からなり、好ましくはその不純物濃度がオーバーフローバリア領域 1 2 より濃いものとする。そして、図 2 A に示すように、二次元配列の垂直方向に隣接するフォトセンサ 1 同士の間に対応する位置に配されているとともに、図 2 B に示すように、撮像領域 4 の略全域にわたって二次元配列の水平方向に連続するように形成されている。ここで、フォトセンサ 1 同士間に対応する位置とは、フォトセンサ 1 同士間の位置、すなわち各フォトセンサ 1 と略同等の深さでこれらフォトセンサ 1 の間に挟まれる位置の他に、各フォトセンサ 1 よりも深くフォトセンサ 1 間には挟まれないが、半導体基板の表層部側から平面的にみるとフォトセンサ 1 同士の間にある位置も含む意である。また、撮像領域 4 の略全域とは、その撮像領域 4 の一端（その近傍を含む）から他端（その近傍を含む）までの意である。

さらに、不純物領域部 1 5 は、半導体基板の表層部側からみて、垂直転送レジスタ 2 よりも深い位置に形成されている。これにより、不純物領域部 1 5 は、垂直転送レジスタ 2 の形成位置を回避して、その下方側で水平方向に連続するようになっている。また、各フォトセンサ 1 同士

間の対応位置に形成されているので、半導体基板の表層部側から平面的にみると、不純物領域部 15 は、水平方向に延びるストライプ状に形成されていることになる。

このような不純物領域部 15 を形成するためには、例えば p 型不純物
5 であるボロン (B) を、n 型の Si 基板 10 に対してイオン注入すればよい。ただし、このとき、不純物領域部 15 を垂直転送レジスタ 2 よりも深い位置に形成するために、その注入エネルギーは、数百 KeV 以上であるものとする。さらには、不純物領域部 15 を水平方向に連続させるべく、水平方向に延びるストライプ状に対応したパターニングを利用してイオン注入を行うようにする。なお、他の部分の製法については、
10 従来と同様で構わないため、ここではその説明を省略する。

以上のように構成された固体撮像素子では、垂直方向に隣接する各フォトセンサ 1 同士間の対応位置に不純物領域部 15 が形成されているとともに、その不純物領域部 15 が撮像領域 4 の略全域にわたって水平方向に連続するように形成されている。つまり、従来のような画素間の一部分のみではなく、その全域にわたってバリア領域としての不純物領域部 15 が形成される。そのために、垂直方向に隣接する各フォトセンサ 1 同士間に十分なポテンシャルバリアを形成することができ、垂直方向における信号電荷の混合を防止し得るようになる。したがって、本実施
15 形態における固体撮像素子によれば、単位面積あたりの感度向上のためにオーバーフローバリア領域 12 が深い位置に形成された場合であっても、隣接画素間の信号電荷の混合を防止することが可能になるといえる。

さらに、本実施形態における固体撮像素子によれば、不純物領域部 15 が垂直転送レジスタ 2 よりも深い位置に形成されているため、垂直転送レジスタ 2 へのポテンシャルの干渉を排除することができる。すなわち、垂直転送レジスタ 2 における転送動作を阻害することなく、各フォ
25

トセンサ 1 同士間に十分なポテンシャルバリアを形成して、垂直方向における信号電荷の混合防止が図れるようになる。しかも、p 型不純物を深い位置にイオン注入するだけで形成することができ、しかも転送電極 1 4 等については従来と同様の構成のものがそのまま利用できるのもので、
5 構成の複雑化を招いてしまうことがなく非常に容易に実現することが可能である。

また、本実施形態における固体撮像素子では、半導体領域 1 3 内に不純物領域部 1 5 が形成されているので、オーバーフローバリア領域 1 2 から半導体基板表面までの間の半導体領域 1 3 によるホールに対するポ
10 テンシャル障壁を緩和して、オーバーフローバリア領域 1 2 に蓄積されたホールを半導体基板表面に排出することができる。したがって、飽和電荷量の現象が生じたり、シェーディングが起きたりする等の問題が発生してしまうこともない。

これらのことから、本実施形態における固体撮像素子は、単位面積あ
15 たり感度を向上させつつ、隣接画素間の信号の混合を防止し、さらにはシェーディング等の問題が生じてしまうこともないので、撮像画質の低下を招くことなく固体撮像素子の小型化に資することができるものであるといえる。

なお、本実施形態では、不純物領域部 1 5 が垂直転送レジスタ 2 より
20 も深い位置に形成されている場合を例に挙げて説明したが、例えば不純物領域部 1 5 が垂直転送レジスタ 2 よりも浅い位置に形成されていても良く、その場合であっても不純物領域部 1 5 が水平方向に連続していれば、垂直方向における信号電荷の混合を防止し得るようになる。不純物領域部 1 5 の位置は、垂直転送レジスタ 2 よりも深いことが望ましいが、
25 特にこれに限定されるものではない。

〔第 2 の実施の形態〕

次に、第 2 の実施の形態に係る固体撮像素子について説明する。ただし、ここでは、上述した第 1 の実施の形態との相違点についてのみ説明する。

図 3 A 及び図 3 B は、本発明に係る固体撮像素子の第 2 の実施の形態における要部構成例を示す模式図である。図例のように、ここで説明する固体撮像素子は、不純物領域部 1 5 が、半導体基板の深さ方向に複数段形成されたものである。

このような不純物領域部 1 5 を形成するためには、S i 基板 1 0 に対する p 型不純物のイオン注入を、それぞれ注入エネルギーを適宜変更させて、形成する段数の分だけ複数回に分けて行うようにすればよい。

以上のように構成された固体撮像素子では、水平方向に連続する不純物領域部 1 5 が複数段形成されているため、垂直方向に隣接する各フォトセンサ 1 同士間に、第 1 の実施の形態の場合よりもさらに十分なポテンシャルバリアを形成することができる。したがって、第 1 の実施の形態の場合よりもさらに効果的に隣接画素間の信号電荷の混合を防止することが可能になる。

〔第 3 の実施の形態〕

次に、第 3 の実施の形態に係る固体撮像素子について説明する。ただし、ここでも、上述した第 1 または第 2 の実施の形態との相違点についてのみ説明する。

図 4 は、本発明に係る固体撮像素子の第 3 の実施の形態における要部構成例を示す模式図である。図例のように、ここで説明する固体撮像素子は、不純物領域部 1 5 とは別に、垂直方向に隣接する各フォトセンサ 1 同士間で、かつ、半導体基板の表面近傍に、チャネルストップ領域部 1 6 が形成されたものである。チャネルストップ領域部 1 6 は、オーバーフローバリア領域 1 2 または不純物領域部 1 5 と同様に第 2 導電型の

不純物、すなわち例えば p 型の不純物領域からなるものである。なお、チャンネルストップ領域部 16 の不純物濃度は、不純物領域部 15 よりも高いことが望ましいが、それに限定されるものではない。

以上のように構成された固体撮像素子では、半導体基板の表面近傍にチャンネルストップ領域部 16 が形成され、これによりポテンシャルが 0 V に近い領域が広がることになる。したがって、オーバーフローバリア領域 12 に蓄積されたホールの半導体基板表面への排出を第 1 の実施の形態の場合よりもさらに効果的に行えるようになり、隣接画素間の信号電荷の混合防止に寄与するようになる。

10 〔第 4 の実施の形態〕

次に、第 4 の実施の形態に係る固体撮像素子について説明する。ただし、ここでも、上述した第 1 ～第 3 の実施の形態との相違点についてのみ説明する。

図 5 は、本発明に係る固体撮像素子の第 4 の実施の形態における要部構成例を示す模式図である。図例のように、ここで説明する固体撮像素子では、半導体基板の深層部側、すなわちフォトセンサ 1 および垂直転送レジスタ 2 よりも深層部側に形成されたオーバーフローバリア領域 12 の深さ方向における界面、具体的には半導体領域 13 との界面が凹凸状に形成され、その凹凸状の凸部分がフォトセンサ 1 同士間に対応する位置に配されている。すなわち、オーバーフローバリア領域 12 は、各フォトセンサ 1 の下層領域では深く、その周囲の領域では浅く形成されている。なお、ここでいう深さ方向とは、固体撮像素子の表面から離れる方向のことである。ここでいう凹凸状とは、平坦でない状態のことであり、角張った凹凸が形成されている状態の他に、角がなだらかな場合をも含む。

このような凹凸状のオーバーフローバリア領域 12 を形成するために

は、例えば各フォトセンサ 1 を包囲する環状のフォトレジストパターンを設け、これによりオーバーフローバリア領域 1 2 を形成する際に注入される S i イオンの飛程を調節すればよい。S i イオンの飛程の調節は、フォトレジストの膜厚を調節して行う。

- 5 以上のように構成された固体撮像素子では、凹凸状のオーバーフローバリア領域 1 2 を備えるとともに、凹凸状の凸部分がフォトセンサ 1 同士間に対応する位置に配されているので、その凸部分が信号電荷の移動を防止する横方向バリアとして機能することになる。したがって、水平方向に連続する不純物領域部 1 5 とともに各フォトセンサ 1 同士間にて
- 10 十分なポテンシャルバリアを形成することになり、第 1 の実施の形態の場合よりもさらに有効に隣接画素間の信号電荷の混合を防止することが可能になる。また、半導体基板の深層部側での信号電荷の移動を防止するため、その深層部を経由して発生するスミアを有効に防止でき、結果として画質向上を図ることができる。

15 〔第 5 の実施の形態〕

次に、第 5 の実施の形態に係る固体撮像素子について説明する。ただし、ここでも、上述した第 1 ～第 4 の実施の形態との相違点についてのみ説明する。

- 図 6 A 及び図 6 B は、本発明に係る固体撮像素子の第 5 の実施の形態
- 20 における要部構成例を示す模式図である。図例のように、ここで説明する固体撮像素子は、不純物領域部 1 5 に加えて、垂直方向に隣接する各フォトセンサ 1 同士間で、かつ、半導体基板の表層部側からみて不純物領域部 1 5 よりも浅い位置に、第 1 のバリア領域部 1 7 が形成されたものである。第 1 のバリア領域部 1 7 は、不純物領域部 1 5 と同様に第 2
- 25 導電型の不純物、すなわち例えば p 型の不純物領域からなるものである。また、その不純物濃度も、不純物領域部 1 5 と同等であってもよい。た

だし、第1のバリア領域部17は、不純物領域部15のように水平方向に連続するものではなく、フォトセンサ1同士間の一部分のみに島状に形成されている。すなわち、第1のバリア領域部17は、数十K e V程度の比較的低エネルギーで形成されたものである。

- 5 以上のように構成された固体撮像素子では、水平方向に連続する不純物領域部15によって隣接画素間の信号電荷の混合を防止できるのに加えて、島状に点在する第1のバリア領域部17も設けられていることから、第1の実施の形態の場合よりもさらに一層隣接画素間のバリアを大きくして信号電荷の混合が生じ難くすることができる。したがって、特に感度向上のためにオーバーフローバリア領域12が深く形成された場合に有効なものとなる。さらには、隣接画素間の表面付近のP型不純物濃度が薄く、不都合が生じる場合にも、非常に有効であるといえる。しかも、第1のバリア領域部17の存在によって、オーバーフローバリア領域12が深く形成された場合であっても、そのオーバーフローバリア領域12に蓄積されたホールの半導体基板表面への排出を第1の実施の形態の場合よりもさらに一層効果的に、かつ、容易に行うことができるようになる。

〔第6の実施の形態〕

- 次に、第6の実施の形態に係る固体撮像素子について説明する。ただし、ここでも、上述した第1～第5の実施の形態との相違点についてのみ説明する。

- 図7A乃至図7Cは、本発明に係る固体撮像素子の第6の実施の形態における要部構成例を示す模式図である。図例のように、ここで説明する固体撮像素子は、不純物領域部15に加えて、垂直転送レジスタ2の下方側にて、その垂直転送レジスタ2に沿うように、垂直方向に連続する第2のバリア領域部18が形成されたものである。第2のバリア領域

部 1 8 は、不純物領域部 1 5 と同様に第 2 導電型の不純物、すなわち例えば p 型の不純物領域からなるものである。

また、第 2 のバリア領域部 1 8 は、不純物領域部 1 5 と同一の深さに形成されたものであっても、あるいは不純物領域部 1 5 と異なる深さに形成されたものであってもよい。ただし、不純物領域部 1 5 と同一の深さに形成されたものであれば、その不純物領域部 1 5 および第 2 のバリア領域部 1 8 は、例えば p 型不純物をイオン注入する際のパターンニングをストライプ状から格子状に変更することによって、一度のイオン注入によって形成することが可能となる。

10 以上のように構成された固体撮像素子では、不純物領域部 1 5 に加えて第 2 のバリア領域部 1 8 が形成されていることから、これらによってフォトセンサ 1 の部分が囲まれる。したがって、垂直方向における隣接画素間の信号電荷の混合を防止できるだけでなく、水平方向および斜め方向についても信号電荷の混合を防止することができる。

15 また、不純物領域部 1 5 に加えて第 2 のバリア領域部 1 8 を形成した場合には、上述した第 4 の実施の形態で説明したように、オーバーフローバリア領域 1 2 を凹凸状に形成するとともに、その凹凸状の凸部分をフォトセンサ 1 同士間に対応する位置に配することも考えられる（図 5 参照）。このとき、本実施形態における固体撮像素子では、不純物領域部 1 5 および第 2 のバリア領域部 1 8 によって不純物領域が格子状に配されていることから、オーバーフローバリア領域 1 2 における凸部分も、不純物領域部 1 5 および第 2 のバリア領域部 1 8 に対応して格子状に配置することが考えられる。このようにすれば、半導体基板の深層部側での垂直および水平の両方向の信号電荷の移動を防止するため、その深層部を経由して発生するスミアを有効に防止でき、結果として画質向上を図ることができる。ただし、オーバーフローバリア領域 1 2 における

20

25

凸部分は、格子状ではなくストライプ状に配置しても良いことは勿論である。

5 なお、上述した第1～第6の実施の形態は、本発明を実現した一具体例に過ぎず、本発明がこれに限定されないことはいうまでもない。例えば、上述の各実施形態では、フォトセンサ1がマトリクス状に二次元配
列されており、不純物領域部15が複数画素分にわたって水平方向に連続する場合を例に挙げたが、ライン型のCCDセンサに本発明を適用する場合であれば、一列のフォトセンサとこれに沿う転送レジスタによって撮像領域が構成されるので、バリア領域部は、その転送レジスタによ
10 る転送方向と直交する方向に、撮像領域の略全域にわたって連続していればよい。

 また、上述した第1～第6の実施の形態では、本発明をn型半導体基板を用いたCCD型固体撮像素子に適用した場合を例に挙げて説明したが、本発明は、例えばCMOS (Complementary Metal Oxide
15 Semiconductor) イメージセンサのような他の固体撮像素子であっても、同様に適用することが考えられる。

産業上の利用可能性

 以上に説明したように、本発明の請求項1に係る固体撮像素子は、フ
20 ォトセンサ同士間に対応する位置にて撮像領域の略全域にわたって連続して形成された不純物領域部を備えているため、フォトセンサ同士間に十分なポテンシャルバリアを形成することができる。したがって、単位面積あたりの感度向上のためにオーバーフローバリアが深い位置に形成された場合であっても、隣接画素間の信号の混合を防止することが可能
25 となり、またオーバーフローバリアに蓄積されたホールを素子表面側へ排出することもでき、結果として撮像画質の向上を図ることができる。

さらには、これらのことから、固体撮像素子の小型化に資することができるという効果を奏する。

請求の範囲

1. 複数のフォトセンサと、前記フォトセンサに蓄積された信号電荷を転送する転送レジスタとからなる撮像領域が、基板の表層部側に形成された固体撮像素子において、

前記基板内において前記転送レジスタの転送方向に沿って隣接するフォトセンサ同士間の対応する位置に、当該転送方向と直交する方向に連続して形成された不純物領域部

を備えることを特徴とする固体撮像素子。

10

2. 前記不純物領域部は、前記基板の表層部側からみて前記転送レジスタよりも深い位置に形成されている

ことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像素子。

15 3. 前記不純物領域部は、前記基板の深さ方向に複数段形成されている

ことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像素子。

20 4. 前記不純物領域部とは別に、前記転送レジスタの転送方向に沿って隣接するフォトセンサ同士の間で、かつ、前記基板の表面近傍に、不純物領域からなるチャネルストップ領域部が形成されている

ことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像素子。

25 5. 前記フォトセンサおよび前記転送レジスタよりも前記基板内の深層部側に形成されたオーバーフローバリアを備えるとともに、

前記オーバーフローバリアは、前記基板の深さ方向における界面が凹

凸状に形成され、当該凹凸状の凸部分が前記フォトセンサ同士間に対応する位置に配されたものである

ことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像素子。

- 5 6. 前記不純物領域部に加えて、前記転送レジスタの転送方向に沿って隣接するフォトセンサ同士の間で、かつ、前記基板の表層部側からみて前記不純物領域部よりも浅い位置に、不純物領域からなる第 1 のバリア領域部が形成されている

ことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像素子。

10

7. 前記転送レジスタに沿うように形成された不純物領域からなる第 2 のバリア領域部を備えている

ことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像素子。

- 15 8. 前記フォトセンサおよび前記転送レジスタよりも前記基板内の深層部側に形成されたオーバーフローバリアを備えるとともに、

前記オーバーフローバリアは、前記基板の深さ方向における前記フォトセンサまたは前記転送レジスタ側の界面が凹凸状に形成され、当該凹凸状の凸部分が前記フォトセンサ同士間に対応する位置に配されたもの

20 である

ことを特徴とする請求項 7 記載の固体撮像素子。

9. 前記不純物領域部は前記オーバーフローバリアよりも不純物濃度が大きい

25 ことを特徴とする請求項 5 記載の固体撮像素子。

10. 前記不純物領域部は前記オーバーフローバリアよりも不純物濃度が高い

ことを特徴とする請求項 8 記載の固体撮像素子。

5 11. 前記不純物領域部と前記第 2 のバリア領域部が前記基板の表層部側からみて同じ深さである

ことを特徴とする請求項 7 記載の固体撮像素子。

12. 複数のフォトセンサと、前記フォトセンサに蓄積された信号電荷を転送する転送レジスタとからなる撮像領域が、基板の表層部側に形成された固体撮像素子において、

前記基板内において前記転送レジスタの転送方向に沿って隣接するフォトセンサ同士間に連続して形成された不純物領域部

を備えることを特徴とする固体撮像素子。

15

13. 前記不純物領域部は、前記基板の表層部側からみて前記転送レジスタよりも深い位置に形成されている

ことを特徴とする請求項 12 記載の固体撮像素子。

20 14. 前記転送レジスタに沿うように形成された不純物領域からなる第 2 のバリア領域部を備えている

ことを特徴とする請求項 12 記載の固体撮像素子。

15. 固体撮像素子の製造方法は以下の工程を有す、

25 複数のフォトセンサと、前記フォトセンサに蓄積された信号電荷を転送する転送レジスタとを基板の表層部側に形成する工程と、

前記基板内において前記転送レジスタの転送方向に沿って隣接するフォトセンサ同士間に、不純物領域部を連続して形成する工程。

16. 前記不純物領域部を、前記基板の表層部側からみて前記転送レジスタよりも深い位置に形成する

ことを特徴とする請求項15記載の固体撮像素子の製造方法。

17. 前記不純物領域部を、前記基板の深さ方向に複数段形成することを特徴とする請求項15記載の固体撮像素子の製造方法。

10

18. 前記フォトセンサおよび前記転送レジスタよりも前記基板内の深層部側にオーバーフローバリアを形成する工程を有しており、

前記オーバーフローバリアは、前記基板の深さ方向における界面が凹凸状に形成され、当該凹凸状の凸部分が前記フォトセンサ同士間に対応する位置に配されたものである

15

ことを特徴とする請求項15記載の固体撮像素子の製造方法。

19. 前記転送レジスタの転送方向に沿って隣接するフォトセンサ同士の間で、かつ、前記基板の表層部側からみて前記不純物領域部よりも浅い位置に、不純物領域からなる第1のバリア領域部を形成する工程を有する

20

ことを特徴とする請求項15記載の固体撮像素子の製造方法。

20. 前記転送レジスタに沿うように不純物領域からなる第2のバリア領域部を形成する工程を有する

25

ことを特徴とする請求項15記載の固体撮像素子の製造方法。

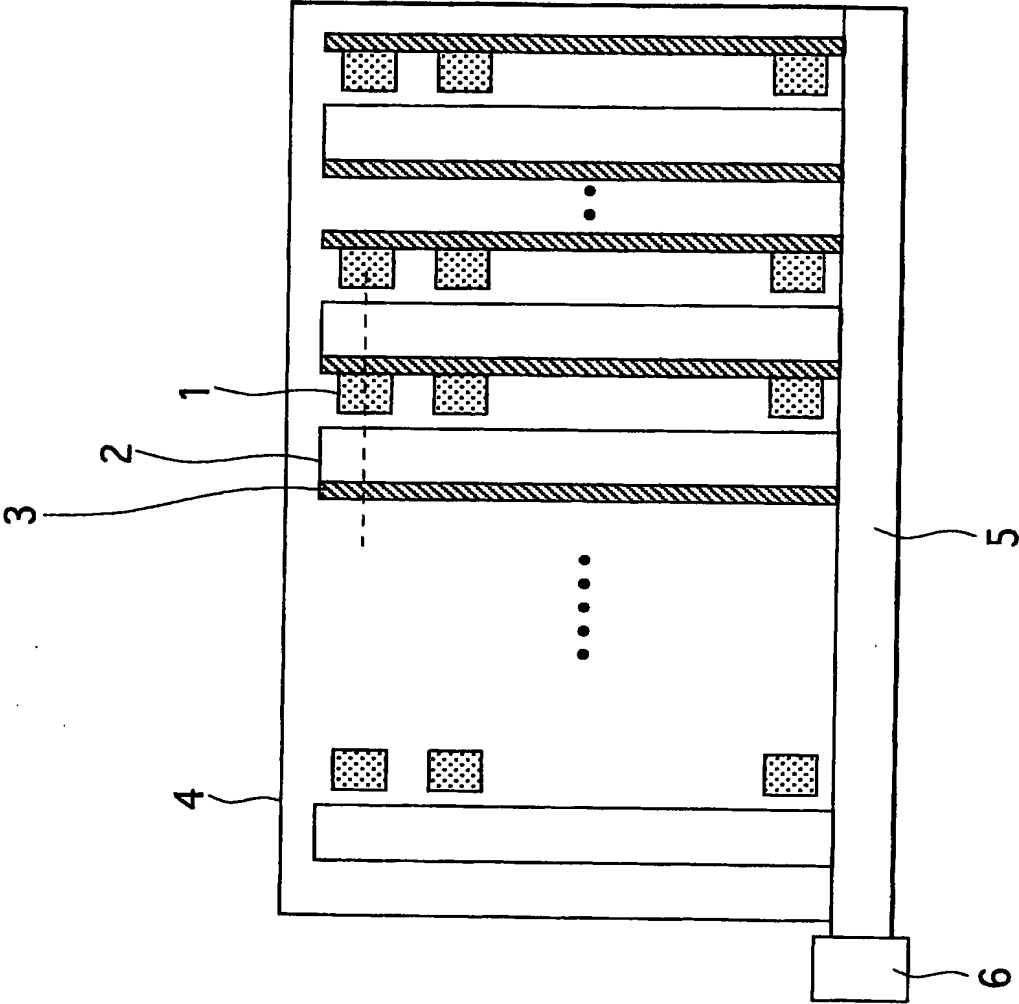


Fig.1

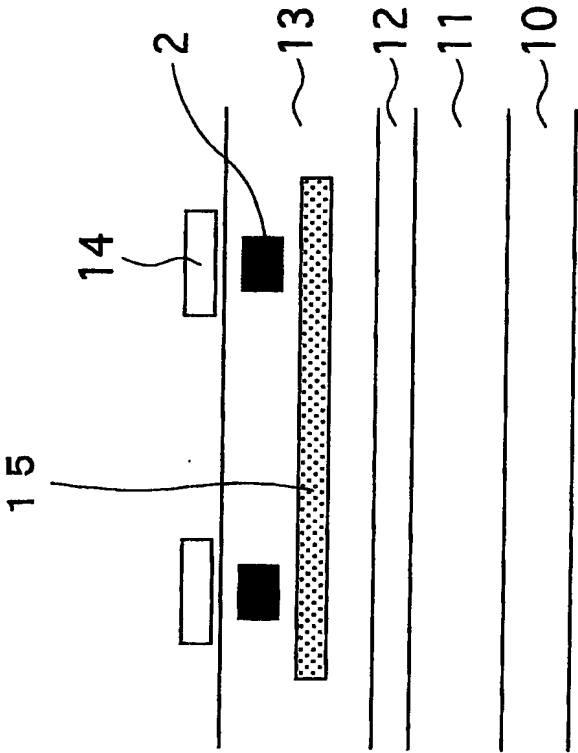


Fig. 2B

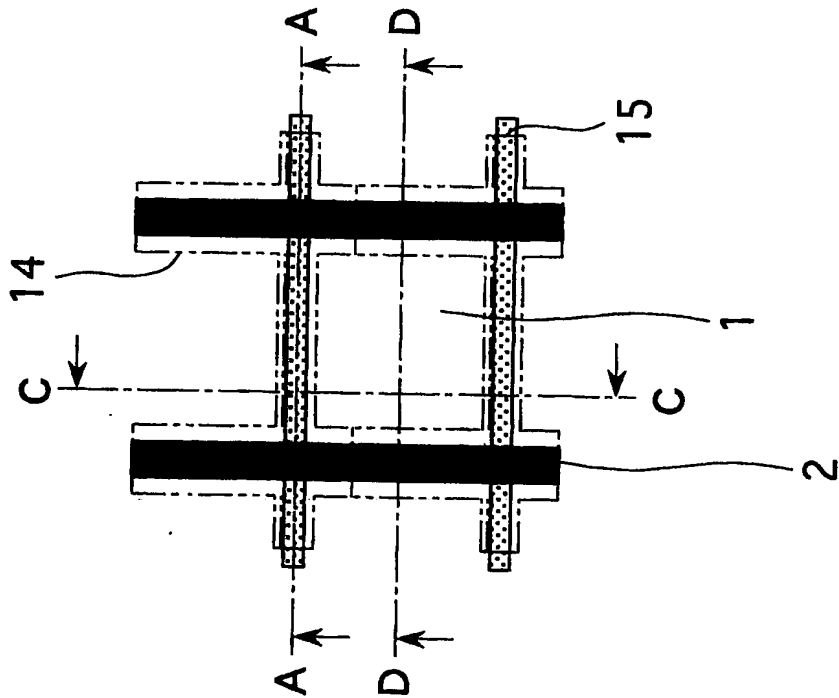


Fig. 2A

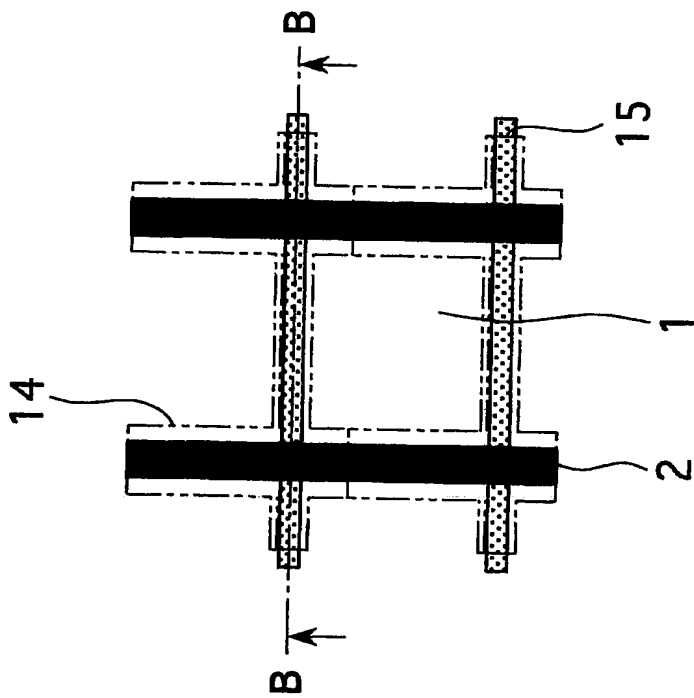


Fig.3A

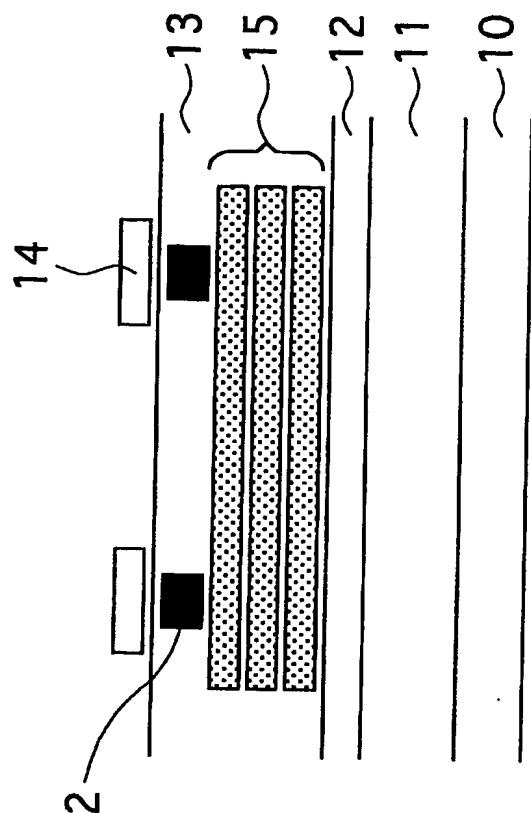


Fig.3B

4/7

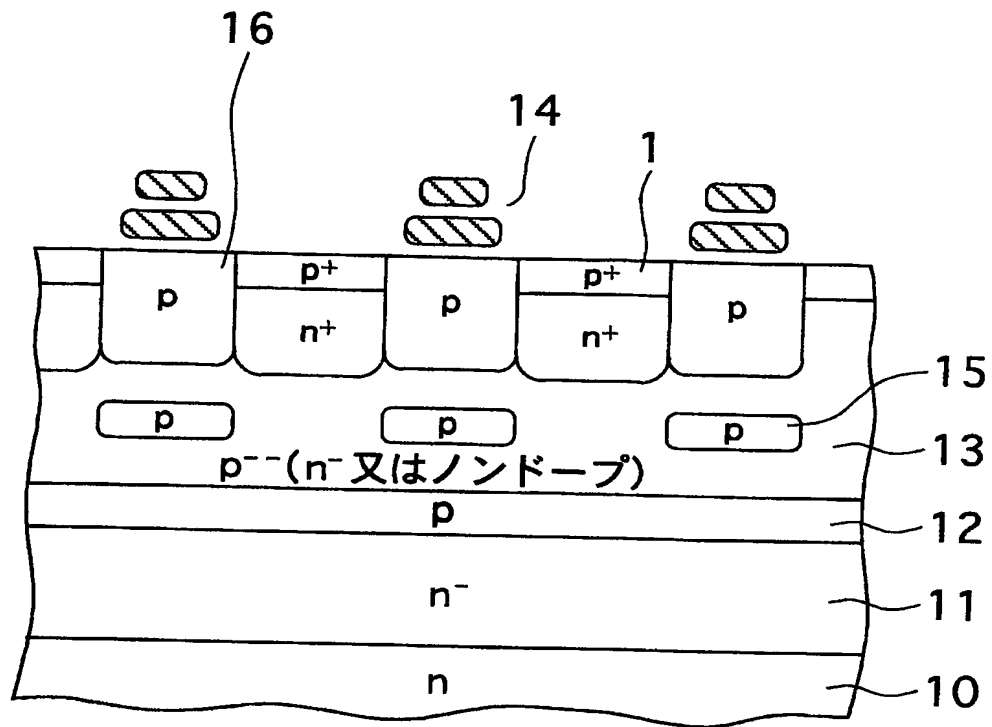


Fig.4

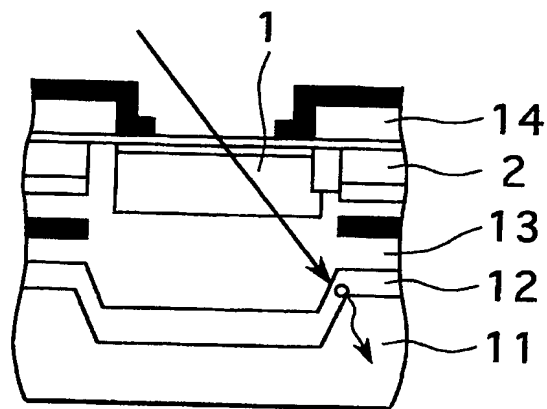


Fig.5

5/7

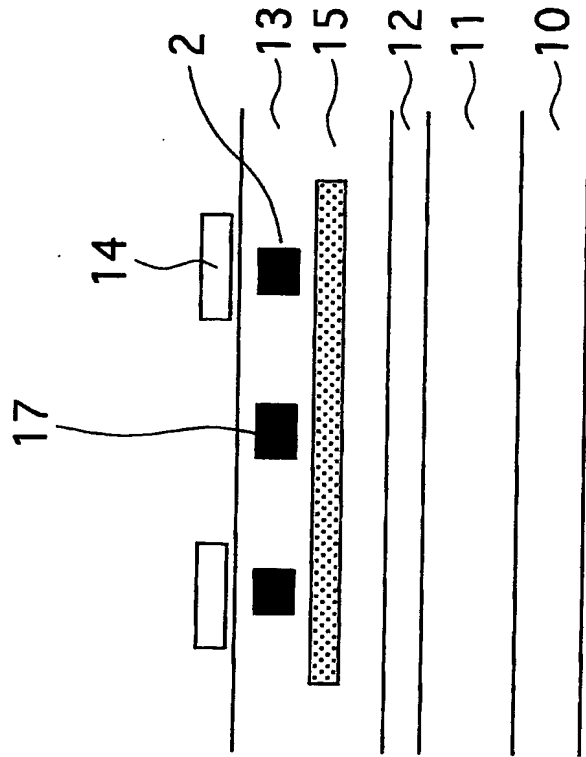


Fig. 6B

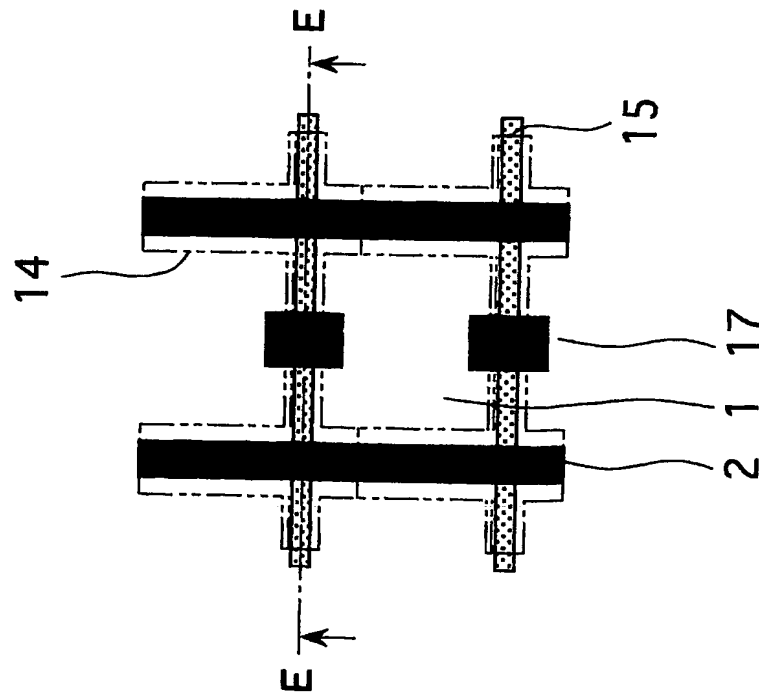


Fig. 6A

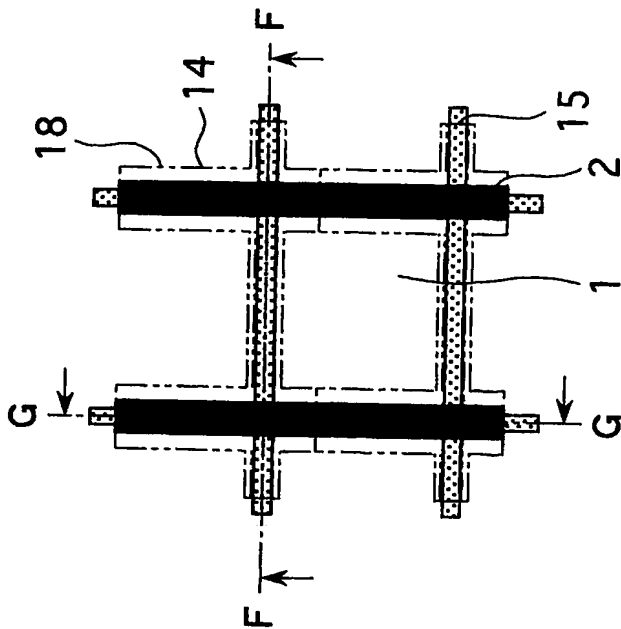


Fig. 7A

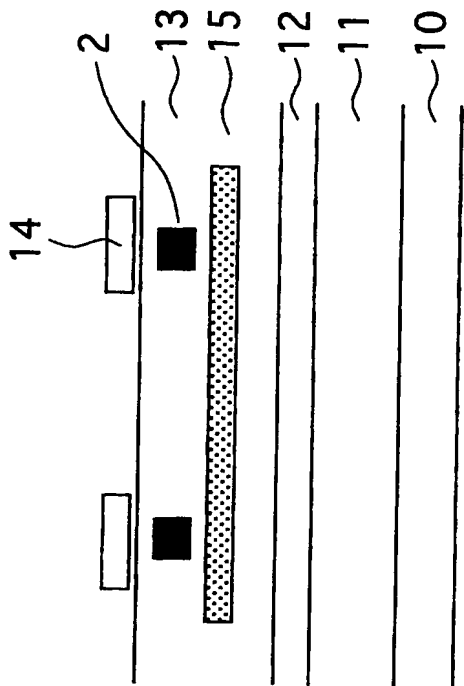


Fig. 7B

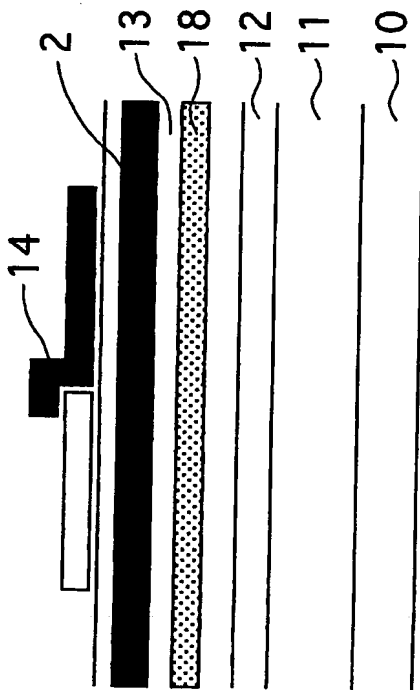


Fig. 7C

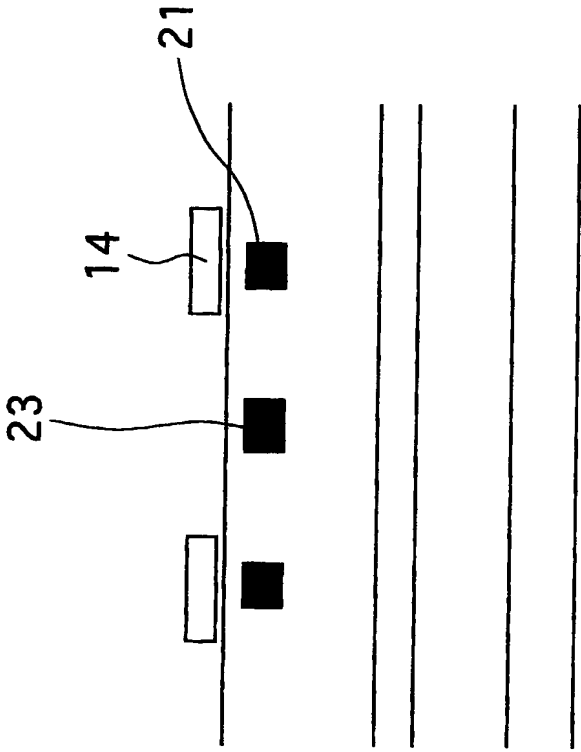


Fig. 8B

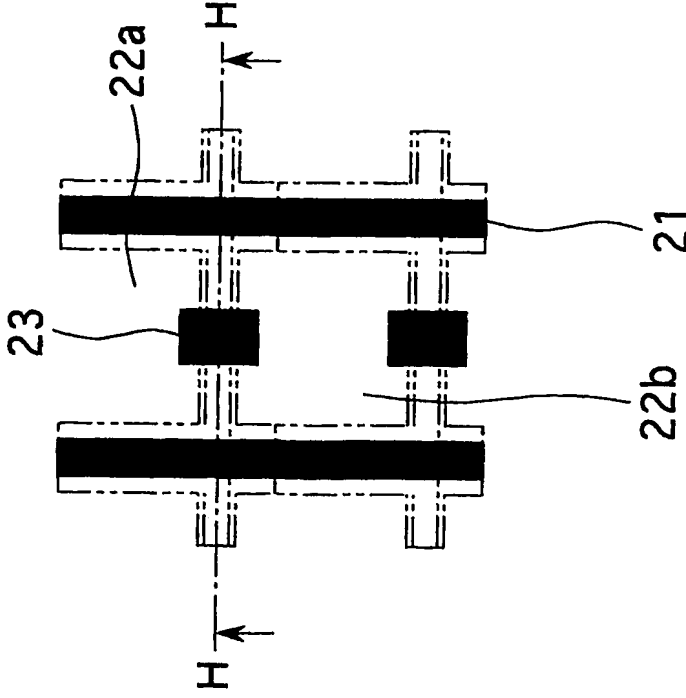


Fig. 8A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15596

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L27/148, H04N5/335

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L27/148, H04N5/335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2001-257338 A (Iwate Toshiba Electronics Kabushiki Kaisha), 21 September, 2001 (21.09.01), Full text (Family: none)	1-4, 6, 7, 11-17, 19, 20 5, 8-10, 18
X Y	JP 10-163466 A (NEC Corp.), 19 June, 1998 (19.06.98), Full text (Family: none)	1-4, 6, 7, 11-17, 19, 20 5, 8-10, 18
X Y	JP 2002-231924 A (Sony Corp.), 16 August, 2002 (16.08.02), Full text (Family: none)	5, 8-10, 18

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 February, 2004 (26.02.04)

Date of mailing of the international search report
09 March, 2004 (09.03.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/15596

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

As described on the (extra sheet), there must exist a special technical feature so linking a group of inventions of claims as to form a single general inventive concept in order that the group of inventions may satisfy the requirement of unity of invention. The international application contains 12 groups of inventions: the inventions of claims 1, 2; the invention of claim 3; the invention of claim 4; the inventions of claims 5, 9; the invention of claim 6; the inventions of claims 7, 8, 10; the invention of claim 11; the inventions of claims 12, 13, 15, 16; the inventions of claims 14, 20; the invention of claim 17; the invention of claim 18; and the invention of claim 19.
(Continued to the extra sheet.)

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☒ No protest accompanied the payment of additional search fees:

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15596

Continuation of Box No. II of continuation of first sheet(1)

There must exist a special technical feature so linking a group of inventions of claims as to form a single general inventive concept in order that the group of inventions may satisfy the requirement of unity of invention. However, the group of inventions of claims 1-11, claims 12-14, and claims 15-20 are linked only by the technical feature that "an impurity region part is continuously formed in a substrate between photosensors adjacent to each other in the transfer direction of a transfer register"

However, this technical feature cannot be a special technical feature since it is disclosed in prior documents such as JP 2001-257338 A (Iwate Toshiba Electronics Kabushiki Kaisha) 21 September, 2001 (21.09.01) and JP 10-163466 A (NEC Corp.) 19 June, 1998 (19.06.98).

Therefore, there is no special technical feature so linking the group of inventions of claims 1-11, claims 12-14, and claims 15-20 as to form a single general inventive concept. Consequently, it appears that claims 1-11, claims 12-14, and claims 15-20 do not satisfy the requirement of unity of invention.

Next, the number of groups of inventions of the claims in the international application so linked as to form a single general inventive concept, namely, the number of inventions will be examined.

The inventions of claims 1-11 are linked only by the technical feature of claim 1. However, the technical feature of claim 1 cannot be a special technical feature because it is disclosed in the above documents.

Therefore, the inventions of claims 1-11 are divided into six groups of inventions; the inventions of claims 1, 2; the invention of claim 3; the invention of claim 4; the inventions of claims 5, 9; the invention of claim 6; and the inventions of claims 7, 8, 10, 11.

The inventions of claims 7, 8, 10, 11 are linked only by the technical feature of claim 7. However, the technical feature of claim 7 cannot be a special technical feature because it is disclosed in the above documents.

Claims 7, 8, 10, 11 define two inventions: the invention of claim 7, 8, 10; and the invention of claim 11.

Therefore, the inventions of claims 1-11 are divided into seven groups of inventions; the inventions of claims 1, 2; the invention of claim 3; the invention of claim 4; the inventions of claims 5, 9; the invention of claim 6; the inventions of claims 7, 8, 10; and the invention of claim 11.

The inventions of claims 12-14 are linked only by the technical feature of claim 12. However, the technical feature of claim 12 cannot be a special technical feature because it is disclosed in the above documents.

The inventions of claims 15-20 are linked only by the technical feature of claim 15. However, the technical feature of claim 15 cannot be a special technical feature because it is disclosed in the above documents.

The group of inventions of claims 12, 13, 15, 16 are so linked only by the technical feature of a solid-state imaging device and its manufacturing method as to form a single general inventive concept. The group of inventions of claims 14, 20 are so linked by the technical feature of a solid-state imaging device and its manufacturing method as to form a single general inventive concept.

Therefore, the inventions of claims 12-14 and claims 15-20 are divided into five groups of inventions: the inventions of claims 12, 13, 15, 16; the inventions of claims 14, 20; the invention of claim 17; the invention of claim 18; and the invention of claim 19.

In summary, the international application contains 12 groups of inventions: the inventions of claims 1, 2; the invention of claim 3; the invention of claim 4; the inventions (continued to the next sheet.)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15596

Continuation of the extra sheet

of claims 5, 9; the invention of claim 6; the inventions of claims 14, 20; the invention of claim 17; the invention of claim 18; and the invention of claim 19.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO3/15596

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl¹ H01L27/148, H04N5/335

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl¹ H01L27/148, H04N5/335

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 2001-257338 A (岩手東芝エレクトロニクス株式会社) 2001.09.21, 全文 (ファミリーなし)	1-4, 6, 7, 11-17, 19, 20 5, 8-10, 18
Y		
X	J P 10-163466 A (日本電気株式会社) 1998.06.19, 全文 (ファミリーなし)	1-4, 6, 7, 11-17, 19, 20 5, 8-10, 18
Y		
Y	J P 2002-231924 A (ソニー株式会社) 2002.08.16, 全文 (ファミリーなし)	5, 8-10, 18

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26.02.2004

国際調査報告の発送日

09.3.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

河本 充雄

4M

9056

電話番号 03-3581-1101 内線 3462

第 I 欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第 1 ページの 2 の続き)

法第 8 条第 3 項 (PCT 17 条 (2) (a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であって PCT 規則 6.4(a) の第 2 文及び第 3 文の規定に従って記載されていない。

第 II 欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第 1 ページの 3 の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

(特別ページ) に記載したように、請求の範囲に記載されている一群の発明が単一性の要件を満たすためには、その一群の発明を単一の一般的発明概念を形成するように関連させるための、特別な技術的特徴の存在が必要であるところ、この国際出願の請求の範囲には、[1 と 2]、[3]、[4]、[5 と 9]、[6]、[7 と 8 と 10]、[11]、[12 と 13 と 15 と 16]、[14 と 20]、[17]、[18]、[19] という 12 個の発明が記載されているものと認める。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

請求の範囲に記載されている一群の発明が単一性の要件を満たすためには、その一群の発明を単一の一般的発明概念を形成するように関連させるための、特別な技術的特徴の存在が必要であるところ、請求の範囲1～11、12～14、15～20に記載されている一群の発明は、「基板内において転送レジスタの転送方向に沿って隣接するフォトセンサ同士間に連続して不純物領域部を形成する」という事項でのみ関連していると認める。

しかしながら、この事項は、先行技術文献、例えば、JP 2001-257338 A (岩手東芝エレクトロニクス株式会社) 2001. 09. 21、JP 10-163466 A (日本電気株式会社) 1998. 06. 19等に記載されているため、特別な技術的特徴とはなり得ない。

そうすると、請求の範囲1～11、12～14、15～20に記載されている一群の発明の間には、単一の一般的発明概念を形成するように関連させるための特別な技術的特徴は存在しないこととなる。そのため、請求の範囲1～11、12～14、15～20に記載されている一群の発明が、発明の単一性の要件を満たしていないことは明らかである。

次に、この国際出願の請求の範囲に記載されている、一般的発明概念を形成するように関連している発明の群の数、すなわち、発明の数につき検討する。

まず、請求の範囲1～11について検討するに、これらの発明は、請求の範囲1に記載されている事項でのみ関連しているものの、請求の範囲1に記載されている事項は、上記先行技術文献に記載されているため、特別な技術的特徴とはなり得ない。

そうすると、請求の範囲1～11には、[1と2]、[3]、[4]、[5と9]、[6]、[7と8と10と11]に区分される6個の発明が記載されている。

さらに、請求の範囲7と8と10と11について検討するに、これらの発明は、請求の範囲7に記載されている事項でのみ関連しているものの、請求の範囲7に記載されている事項は、上記先行技術文献に記載されているため、特別な技術的特徴とはなり得ない。

そうすると、請求の範囲7と8と10と11には、[7と8と10]、[11]に区分される2個の発明が記載されている。

してみると、請求の範囲1～11には、[1と2]、[3]、[4]、[5と9]、[6]、[7と8と10]、[11]に区分される7個の発明が記載されている。

次に、請求の範囲12～14について検討するに、これらの発明は、請求の範囲12に記載されている事項でのみ関連しているものの、請求の範囲12に記載されている事項は、上記先行技術文献に記載されているため、特別な技術的特徴とはなり得ない。

また、請求の範囲15～20について検討するに、これらの発明は、請求の範囲15に記載されている事項でのみ関連しているものの、請求の範囲15に記載されている事項は、上記先行技術文献に記載されているため、特別な技術的特徴とはなり得ない。

一方、請求の範囲12と13、15と16は、それぞれ固体撮像素子及びその製造方法という事項によって、単一の一般的発明概念を形成するように関連している。また、請求の範囲14、20も、固体撮像素子及びその製造方法という事項によって、単一の一般的発明概念を形成するように関連している。

そうすると、請求の範囲12～14、15～20には、[12と13と15と16]、[14と20]、[17]、[18]、[19]に区分される5個の発明が記載されている。

以上まとめると、この国際出願の請求の範囲には、[1と2]、[3]、[4]、[5と9]、[6]、[7と8と10]、[11]、[12と13と15と16]、[14と20]、[17]、[18]、[19]という12個の発明が記載されているものと認める。